



JPW

Docket No. 300298US2X

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Junji OAKI

GAU:

SERIAL NO: 11/567,520

EXAMINER:

FILED: December 6, 2006

FOR: PATTERN INSPECTION APPARATUS AND METHOD WITH ENHANCED
TEST IMAGE CORRECTABILITY USING FREQUENCY DIVISION SCHEME

SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:

☒ are submitted herewith

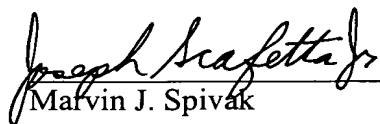
☐ were filed in prior application filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule
17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 11/04)

11/567,520

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2006年 8月24日

出願番号
Application Number: 特願2006-227348

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

country code and number
of your priority application,
which is used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 6 - 2 2 7 3 4 8

願 人
Applicant(s):

アドバンスド・マスク・インスペクション・テクノロジー株
式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2006年 9月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】 特許願
【整理番号】 A2-0056-1
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03F 1/08
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 アドバンスド・マスク・
 インスペクション・テクノロジー株式会社内
 【氏名】 大明 準治
【特許出願人】
 【識別番号】 305008983
 【氏名又は名称】 アドバンスド・マスク・インスペクション・テクノロジー株式会
 社
【代理人】
 【識別番号】 100088487
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松山 允之
 【電話番号】 045-317-7946
 【連絡先】 担当
【選任した代理人】
 【識別番号】 100119035
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 池上 徹真
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 087469
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0502381

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

検査基準画像と被検査画像を比較検査する画像検査装置において、
検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成する画像分割部と、

各周波数分割画像について、検査基準画像と被検査画像の 2 次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定部と、

同定されたモデルパラメータに基づいて、モデル画像を生成するモデル画像生成部と、

各周波数分割画像について、モデル画像と被検査画像又は被検査画像とを比較検査する比較処理部と、を備える、画像検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像検査装置において、

モデルパラメータ同定部は、各周波数分割画像について、被検査画像の各 1 画素を出力とし、該各 1 画素の周囲の検査基準パターン画素群の線形結合を入力とした入出力関係を記述する連立方程式からモデルパラメータを同定する、画像検査装置。

【請求項 3】

検査基準の画像と被検査画像を比較検査する画像検査方法において、

検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成する画像分割ステップと、

各周波数分割画像について検査基準画像と被検査画像の 2 次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定ステップと、

同定されたモデルパラメータを用いてモデル画像を生成するモデル画像生成ステップと

、
各周波数分割画像において、モデル画像と被検査画像又は被検査画像とを比較検査する比較処理ステップと、を備える、画像検査方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の画像検査方法において、

モデルパラメータ同定ステップは、各周波数分割画像について、被検査画像の各 1 画素を出力とし、該各 1 画素の周囲の検査基準パターン画素群の線形結合を入力とした入出力関係を記述する連立方程式からモデルパラメータを同定する、画像検査方法。

【請求項 5】

検査基準の画像と被検査画像を比較検査するプログラムを記載した記録媒体において、

検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成し、

各周波数分割画像について検査基準画像と被検査画像の 2 次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定し、

同定されたモデルパラメータを用いて、モデル画像を生成し、

各周波数分割画像において、モデル画像と被検査画像又は被検査画像とを比較検査する、プログラムを記載した記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】画像検査装置、その方法、及びその記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像の検査に関するものであって、例えばLSI製造に使用されるレチクルに形成された微細画像の欠陥の有無を検査する画像検査装置、その方法、及びその記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、LSIの製造には多大なコストがかかるため、歩留まりの向上が欠かせない。歩留まりを低下させる要因の一つとして、半導体ウェハ上に微細画像をリソグラフィ技術で露光・転写する際に使用されるレチクルのパターン欠陥があげられる。近年、LSIパターン寸法の微細化に伴って、検出しなければならない欠陥の最小寸法も微細化している。そのため、レチクルの欠陥を検査する画像検査装置の高精度化が必要になっている。

【0003】

パターン欠陥の有無を検査する方法には、大きく分けて、ダイとダイとの比較(Die to Die比較)と、ダイとデータベースとの比較(Die to Database比較)がある。ダイとダイとの比較(DD比較)は、レチクル上の2つのダイを比較して欠陥を検出する方法であり、ダイとデータベース比較(DB比較)は、ダイとLSI設計用CADデータから発生させたデータベースを比較して欠陥を検出する方法である。

【0004】

レチクル上のパターンの微細化に伴い、比較対象画像同士の画素位置ズレや画像の伸縮・うねり、センシングノイズに埋もれるほどの欠陥を検出する必要が生じている。DD比較、あるいはDB比較においても、検査基準画像と被検査画像を比較検査する前段における、サブ画素単位でのアライメントと画像補正が大変重要になっている。

【0005】

そこで、従来、検査基準画像と被検査画像の2つの画像を比較検査する前段では、バイキュービック補間に基づくサブ画素単位でのアライメントを行った後、画像の伸縮の補正(例えば、特許文献1参照)や画像のうねり補正、リサイズ補正、ノイズ平均化処理などを順に行っていた。しかし、このような補正を繰り返すことは累積誤差を生じさせ、画像が劣化する大きな要因になる。また、各補正に必要な多くのモデルパラメータの適切な値の設定や、各補正の適切な順番の設定が困難である、といった問題点がある。

【0006】

これらの問題点を解決するために、検査基準パターン画像と被検査パターン画像との関係を同定して、画像の画素ズレや伸縮ノイズ、センシングノイズを吸収(フィッティング)した数式モデルを構築し、そのモデルのシミュレーションによって得られる新たな検査基準パターン画像(モデル画像)と被検査パターン画像とを比較する発明がある(特許文献2参照)。

【特許文献1】特開2000-241136

【特許文献2】特開2006-030518

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、周波数領域で分割された画像を用いて、アライメントと画像補正を統合化した、画像劣化が少なく、設定パラメータも少ない、効果的な画像補正を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、検査基準画像と被検査画像を比較検査する画像検査装置において、検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成する画像分割部と、各周波数分割画像について、検査基準画像と被検査画像の2次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定部と、同定されたモデルパラメータに基づいて、モデル画像を生成するモデル画像生成部と、各周波数分割画像について、モデル画像と被検査画像を比較検査する比較処理部と、を備える、画像検査装置にある。

【0009】

又は、本発明は、検査基準の画像と被検査画像を比較検査する画像検査方法において、検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成する画像分割ステップと、各周波数分割画像について検査基準画像と被検査画像の2次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定ステップと、同定されたモデルパラメータを用いてモデル画像を生成するモデル画像生成ステップと、各周波数分割画像において、モデル画像と被検査画像とを比較検査する比較処理ステップと、を備える、画像検査方法にある。

【0010】

又は、本発明は、検査基準の画像と被検査画像を比較検査するプログラムを記載した記録媒体において、検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成し、各周波数分割画像について検査基準画像と被検査画像の2次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定し、同定されたモデルパラメータを用いて、モデル画像を生成し、各周波数分割画像において、モデル画像と被検査画像とを比較検査する、プログラムを記載した記録媒体にある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を用いて、本発明の実施形態による画像検査について説明する。

【0012】

(画像検査装置)

図1は、画像検査装置10のブロック図を示している。画像検査装置10は、検査基準画像12と被検査画像14を比較して、画像の欠陥、不具合を検出するものである。画像検査装置10は、直接比較法の限界を超えるためのものであり、検査基準画像12と被検査画像14を複数の空間周波数領域の画像に分割し、周波数分割画像を作成する。画像検査装置10は、これらの周波数分割画像に対して、2次元線形予測モデルを用いて、画像の画素位置ズレや伸縮ノイズ、センシングノイズを吸収（フィッティング）した予測モデルを構築する。画像検査装置10は、この予測モデルによって推定モデル画像を生成し、この推定モデル画像と被検査画像とを比較処理し、被検査画像の欠陥を検出することができる。なお、検査基準画像12と被検査画像14の比較は、ダイとダイとの比較、又はダイとデータベースとの比較があり、2つの比較対象画像の一方を検査基準画像12とし、他方を被検査画像14とする。どちらを基準画像とするかは、任意に決めてよい。

【0013】

画像検査装置10は、検査基準画像12と被検査画像14から複数の周波数分割画像を作成する画像分割部60、検査基準画像12と被検査画像14の周波数分割画像に対して2次元線形予測モデルでモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定部62、モデルパラメータによりモデル画像を生成するモデル画像生成部64、各周波数分割画像に対して、モデル画像と検査基準画像12又は被検査画像14とを比較して、画像の欠陥、不具合を検出する比較処理部66などを備えている。

【0014】

(画像分割部)

画像分割部60は、画像を複数の空間周波数領域に分割し、複数の周波数分割画像を作

成するものである。画像を分割する方法は、サブバンド符号化や離散ウェーブレット変換など種々の方法が知られており、例えばサブバンド符号化は、画像を低周波から高周波の複数のフィルタにより複数の帯域に分割するものである。ウェーブレット変換は、画像の低周波成分を次々に分解して画像を分割するものである。

【0015】

図2は、検査基準画像12又は被検査画像14に対して、4つの周波数分割画像の例を示している。4つの周波数分割画像は、高周波分割画像、高中周波分割画像、低中周波分割画像、低周波分割画像である。高周波分割画像は画像パターンの変化の大きな画像部分が強調され、高中周波分割画像はそれよりは変化の小さな画像部分が強調され、低中周波分割画像は更に変化の小さな画像部分が強調され、低周波分割画像は一番変化の小さな画像部分が強調される。

【0016】

図3は、オクターブ分割によるサブバンド符号化の説明図であり、高周波領域のサブバンド1、高中周波領域のサブバンド2、低中周波領域のサブバンド3、低周波領域のサブバンド4の4つの空間周波数領域の例を示している。画像は、例えば、これらのサブバンドのフィルタを利用して、4つの周波数分割画像に分割することができる。

【0017】

(モデルパラメータ同定部)

モデルパラメータ同定部62は、推定モデル画像を生成するためにモデルパラメータを求めるものである。推定モデル画像が、目的とする補正画像である。推定モデル画像では、1画素未満の画素位置ズレや伸縮・うねりノイズ、リサイズ処理、センシングノイズの低減が実現されている。ここで、モデルパラメータを求めるためのデータには当然、欠陥画素が含まれることになるが、同定に用いた全データ数に比べてごく少数であるため、欠陥画素は、推定モデル画像には現れ難い。しかも、推定モデル画像は、周囲のS/N比が向上しているので、欠陥画素が強調される効果もある。モデルパラメータ同定部62は、連立方程式生成部620と連立方程式解法部622を有し、連立方程式を解くことにより、モデルパラメータを求めることができる。

【0018】

推定モデル画像は、検査基準画像12と被検査画像14について、分割された画像毎に作成される。即ち、図2を例にとると、高周波分割画像、高中周波分割画像、低中周波分割画像、低周波分割画像の4つの画像について、推定モデル画像を作成する。

【0019】

(連立方程式生成部：2次元線形予測モデルの設定)

連立方程式生成部620は、各周波数分割画像に対して、検査基準画像12を2次元入力データとし、被検査画像を2次元出力データと見なして2次元線形予測モデル(2次元入出力線形予測モデル)を設定する。これにより、4個の2次元線形予測モデルが作成される。なお、入力データと出力データは、各画素の諧調や輝度とする。

【0020】

図4は、左側を検査基準画像12とし、右側を被検査画像14とし、5×5画素の領域を用いた5×5の2次元線形予測モデルを説明するためのものである。このモデルで用いるサフィックス(5×5の画素の位置に対応)を表1に示す。図4(B)は、低周波分割画像を処理対象にしているが、他の周波数分割画像も同様に行う。以下の説明は、1つの周波数分割画像について行う。なお、5×5画素を利用しているが、これより多くても、又は、少なくとも良い。

【0021】

【表 1】

	0	1	2	3	4
0	$i-2, j-2$	$i-2, j-1$	$i-2, j$	$i-2, j+1$	$i-2, j+2$
1	$i-1, j-2$	$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$	$i-1, j+2$
2	$i, j-2$	$i, j-1$	i, j	$i, j+1$	$i, j+2$
3	$i+1, j-2$	$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$	$i+1, j+2$
4	$i+2, j-2$	$i+2, j-1$	$i+2, j$	$i+2, j+1$	$i+2, j+2$

【0022】

2次元入力データと2次元出力データをそれぞれ $u(i, j)$ 、 $y(i, j)$ とする。着目する画素のサフィックスを i, j とし、この画素を取り囲む2行前後および2列前後の合計25個の画素のサフィックスを表1のように設定する。ある1組の 5×5 領域の画素データについて、式(1)のような関係式を設定する。式(1)の各入力データ $u(i, j)$ の係数 $b_{00} \sim b_{44}$ は、同定すべきモデルパラメータである。

【0023】

【数1】

$$\begin{aligned}
 y_k = y(i, j) &= b_{00}u(i-2, j-2) + b_{01}u(i-2, j-1) + b_{02}u(i-2, j) + b_{03}u(i-2, j+1) + \\
 &b_{04}u(i-2, j+2) \\
 &+ b_{10}u(i-1, j-2) + b_{11}u(i-1, j-1) + b_{12}u(i-1, j) + b_{13}u(i-1, j+1) + \\
 &b_{14}u(i-1, j+2) \\
 &+ b_{20}u(i, j-2) + b_{21}u(i, j-1) + b_{22}u(i, j) + b_{23}u(i, j+1) + \\
 &b_{24}u(i, j+2) \\
 &+ b_{30}u(i+1, j-2) + b_{31}u(i+1, j-1) + b_{32}u(i+1, j) + b_{33}u(i+1, j+1) + \\
 &b_{34}u(i+1, j+2) \\
 &+ b_{40}u(i+2, j-2) + b_{41}u(i+2, j-1) + b_{42}u(i+2, j) + b_{43}u(i+2, j+1) + \\
 &b_{44}u(i+2, j+2) \\
 &+ \varepsilon(i, j)
 \end{aligned} \tag{1}$$

【0024】

式(1)の意味するところは、被検査画像14(特定の周波数分割画像)のある1画素のデータ $y_k = y(i, j)$ は、対応する検査基準画像12(特定の周波数分割画像)の1画素を取り囲む 5×5 画素のデータの線形結合で表すことができるということである(図4(A)参照)。ここで、式(1)中の残差 ε の統計的性質は明らかではなく、後で説明する最小2乗法によるモデルパラメータ同定結果がバイアスを持つ可能性がある。しか

し、本発明の実施の形態においては、式1による入出力データのフィッティング自体に意味があり、モデルパラメータの値は直接使うことはないので、特に支障は生じない。

【0025】

(連立方程式解法部：モデルパラメータを求める)

連立方程式解法部622は、連立方程式を解き、モデルパラメータを求めるものである。式(1)をベクトルで表すと、式(2)となる。ここで、未知パラメータベクトル α は、 $\alpha = [b_{00}, b_{01}, \dots, b_{44}]^T$ であり、また、データベクトル x_k は $x_k = [u(i-2, j-2), u(i-2, j-1), \dots, u(i+2, j+2)]^T$ である。

【0026】

【数2】

$$x_k^T \alpha = y_k \quad (2)$$

【0027】

検査基準画像12(特定の周波数分割画像)と被検査画像14(特定の周波数分割画像)の座標 i, j を走査して25組のデータを連立させれば、モデルパラメータを同定できることになる。実際には統計的観点から、式(3)のように $n(>25)$ 組のデータを用意して、次のような最小2乗法に基づいて25次元の連立方程式を解き、 α を同定する。ここで、 $A = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ 、また、 $y = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T$ 、また、 $x_k^T \alpha = y_k$ 、また、 $k=1, 2, \dots, n$ である。これらの方程式の解法としては、最小2乗法の他に最尤推定法などがあり、どのような方法を使用しても良い。これにより、高周波領域から低周波領域までの4組のモデルパラメータが得られる。

【0028】

【数3】

$$\begin{bmatrix} x_1^T \\ \vdots \\ x_n^T \end{bmatrix} \alpha = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \Rightarrow A\alpha = y \Rightarrow \alpha = (A^T A)^{-1} A^T y \quad (3)$$

【0029】

例えば、検査基準画像12と被検査画像14がそれぞれ512×512画素であれば、5×5次のモデルの走査によって画像の周囲を2画素ずつ減らされるので、式の個数は、式(4)となり、258064組のデータが得られることになる。これにより、統計的に見て十分な個数を確保することができる。

【0030】

【数4】

$$n = (512 - 4) \times (512 - 4) = 258064 \quad (4)$$

【0031】

(モデル画像生成部)

モデル画像生成部は、同定されたモデルパラメータ α と、同定に用いた入出力画像デー

タを式(1)に代入し、画素の座標 i, j を走査するシミュレーション演算を行うことによって、周波数領域ごとの4つの推定モデル画像を生成する。この推定モデル画像が、目的とする補正画像である。この推定モデル画像では、最小2乗法に基づくフィッティングによって、1画素未満の画素位置ズレや伸縮・うねりノイズ、リサイズ処理、センシングノイズの低減が実現されている。ここで、シミュレーションに用いるデータには当然、欠陥画素が含まれることになるが、同定に用いた全データ数に比べてごく少数であるため、最小2乗法ではフィッティングされず、推定モデル画像には現れない。また、周囲の S/N 比が向上しているため、欠陥画素が強調される効果もある。

【0032】

(比較処理部)

比較処理部66は、図2に示しように、各周波数分割画像について、被検査画像とモデル画像を比較アルゴリズムにより比較して、欠陥を見つけることができる。このように、周波数分割画像ごとに比較することにより、周波数特性に関係する欠陥が見出しやすくなる。例えば、欠陥が高周波の成分を多く含む場合、高周波領域の画像の比較により、その欠陥が見出し易くなる。簡単な比較方法として、各周波数分割画像について、検査基準画像を推定モデル画像に置き換えて、被検査画像との差を取ることで、サブ画素アライメントや伸縮・うねり補正、リサイズ補正の効果が得られ、 S/N 比が向上し、欠陥部分が強調されている。比較アルゴリズムは、モデル画像と被検査画像それぞれを、例えば、よく知られた 3×3 画素の特徴フィルタ(平均値フィルタ、縦エッジ抽出フィルタ、横エッジ抽出フィルタ、斜めエッジ抽出フィルタ、ラプラシアンフィルタ、メディアンフィルタなど)にかけ、それらの差画像を比較することによって、様々な形の画像の欠陥部分を見出すことができる。このようにして、本実施の形態では、従来のエッジ検出などアドホックな空間フィルタに頼らず、周波数領域で分割された統一的信号処理で欠陥候補を選択できるわけである。

【0033】

従来方法では、伸縮・うねり補正やリサイズ補正等を行うことによって差画像が改善される可能性があるが、補正を繰り返すことは累積誤差を生じさせ、画像が劣化する大きな要因になる。また、各補正に必要な多くのパラメータの適切な値の設定や、各補正の適切な順番の設定が困難である。

【0034】

(画像検査方法)

図5は、検査基準画像12と被検査画像14の各周波数分割画像の画像検査方法の手順を示している。まず、検査基準画像12と被検査画像14について、サブバンド符号化や離散ウェーブレット変換などの手法により各周波数領域の画像に分割して周波数分割画像を作成する(画像分割ステップS1)。次に、周波数分割画像毎に図4、表1、式1～式3を利用してモデルパラメータを同定する(モデルパラメータ同定ステップS2)。モデルパラメータ同定ステップS2は、連立方程式を生成するステップ(連立方程式生成ステップS21)と、生成された連立方程式を解法するステップ(連立方程式解法ステップS22)を有している。連立方程式生成ステップS21は、モデルパラメータを含む連立方程式を生成する。連立方程式解法ステップS22は、連立方程式を解いて、モデルパラメータを求める。求めたモデルパラメータを用いて、各周波数分割画像の推定モデル画像(補正画像)を生成する(モデル画像生成ステップS3)。以上述べたように、本実施の形態によれば、アライメントと画像補正を統合化した、画像劣化が少なく、設定モデルパラメータも少ない、効果的な画像補正方法を提供することができる。このようにして生成された推定モデル画像と被検査画像を比較アルゴリズムにより比較処理して、画像の欠陥部分を容易に見出すことができる(比較処理ステップS4)。比較方法として、各周波数分割画像について、推定モデル画像と被検査画像との差画像を作成し、画像の欠陥部分を見出す。特に、周波数分割画像ごとに比較することにより、欠陥の周波数特性を利用して、欠陥を的確に見出すことができる。

【0035】

(画像検査のプログラムを記載した記録媒体)

画像検査のプログラムを記載した記録媒体は、画像検査方法のプログラムを記録した媒体であり、図5のステップを有するプログラムを記憶している。コンピュータでこのプログラムを実行することにより、コンピュータが本発明の画像検査装置10の構成要件となり、又は、本発明の画像検査方法を実行することができる。

【0036】

(画像検査装置の詳細)

図6は、画像検査装置10の詳細な構成例を示している。画像検査装置10は、被検査試料30からの反射光または透過光を検出して画像を取得する光学画像取得部20、画像データなどのデータを記憶し、処理するデータ処理部50などを備えている。

【0037】

光学画像取得部20は、レチクルなどの被検査試料30の光学画像を取得する。被検査試料30は、XY θ テーブル32上に載置される。XY θ テーブル32は、中央演算処理部52から指令を受けたテーブル制御部56により、X方向、Y方向に移動でき、 θ 方向に回転可能な3軸(X-Y- θ)マニピュレータである。X方向、Y方向、 θ 方向には、XY θ モータ34で駆動制御される。モータ34は公知のサーボモータやステップモータ等を用いることができる。XY θ テーブル32の位置座標は、例えばレーザ測長システム28により測定され、その出力が位置測定部70に送られる。位置測定部70から出力された位置座標はテーブル制御部56にフィードバックされる。

【0038】

被検査試料30は、オートローダ制御部54の制御の基で、オートローダ22によりXY θ テーブル32上に自動的に供給され、検査終了後に自動的に排出される。XY θ テーブル32の上方には、光源24及び照射部26が配置されている。光源24からの光は、照射部26の集光レンズを介して被検査試料30を照射する。被検査試料30の下方には、拡大光学系36及びフォトダイオードアレイ38からなる信号検出部が配置されている。被検査試料30を透過した透過光は、拡大光学系36を介してフォトダイオードアレイ38の受光面に結像される。拡大光学系36は、ピエゾ素子等の焦点調整装置(図示省略)で自動的に焦点調整される。この焦点調整装置は、中央演算処理部52に接続されたオートフォーカス制御回路(図示省略)により制御される。焦点調整は、別途設けられた観察スコープでモニタリングしてもよい。光電変換部としてのフォトダイオードアレイ38は、複数の光センサを配設したラインセンサもしくはエリアセンサである。XY θ テーブル32をX軸方向に連続的に移動させることにより、フォトダイオードアレイ38は、被検査試料30の被検査画像に対応した測定信号を検出する。

【0039】

この測定信号は、センサ回路40でデジタルデータに変換され、光学画像のデータとして、バッファメモリ68に入力される。バッファメモリ68は、複数設けることができる。バッファメモリ68の出力は、比較処理部66に送られる。光学画像のデータは、例えば8ビットの符号なしデータであり、各画素の明るさを表現するものとする。この種の画像検査装置10は、通常、これらのパターンデータを10MHz~30MHz程度のクロック周波数に同期して、フォトダイオードアレイ38から読み出し、適当なデータの並び替えを経て、ラスタ走査された2次元画像データとして取り扱われる。

【0040】

データ処理部50は、主に、中央演算処理部52、オートローダ制御部54、テーブル制御部56、参照画像作成部58、画像分割部60、モデルパラメータ同定部62、モデル画像生成部64、比較処理部66、バッファメモリ68、位置測定部70、外部記憶装置72、主記憶装置74、プリンタ76、CRT78、バス80などを備えている。例えばレチクルの設計パターンデータは、検査エリア全体を短冊状のエリアに分けて格納され

ている。参照画像作成部 58 は、設計パターンデータを展開し、イメージデータを形成し、図形の角を丸めたり、多少ボカしたりして、光学画像に似せる処理を行い、参照画像を作成する。参照画像作成部 58 は、参照画像を DB 比較用の記憶領域に記憶される。参照画像は検査基準画像 12 として利用される。

【0041】

比較処理部 66 は、主に、DD 比較、DB 比較、欠陥分析などを行うものである。比較処理部 66 は、並列処理の機能を有し、複数の同一の機能を備え、並列に処理をすることができる。なお、画像検査装置 10 は、電子回路、プログラム、PC、又は、これらの組み合わせにより構成できる。

【0042】

(画像取得方法)

レチクルなど被検査試料 30 に描かれた光学画像の取得は、ラインセンサで走査することによって行うことができる。ここでは、便宜上、図 7 に示す X 軸方向（レチクル 2 の一辺の方向）に細長く切った短冊の画像（2048 画素幅）300 を 1 ストライプと呼び、1 ストライプをさらに Y 軸方向（X 軸方向に垂直な方向）に細かく切った正方形の画像 302 を 1 サブストライプと呼ぶ。1 サブストライプは、例えば、2048×2048 画素とし、欠陥の有無の検査は、1 サブストライプ毎に行うことにする。なお、1 画素は 256 階調のグレースケールとする。

【0043】

以上の実施の形態以外にも、様々な組合せが考えられる上に、モデルの設定や最小 2 乗法の解法などの演算についても、別の手法の適用が考えられるので、本発明は、ここで述べた実施の形態に制限されないことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】 画像検査装置のブロック図

【図 2】 周波数分割画像を用いた画像検査の説明図

【図 3】 オクターブ分割によるサブバンド符号化の説明図

【図 4】 5×5 画素の領域を用いた 2 次元線形予測モデルの説明図

【図 5】 画像検査方法の流れ図

【図 6】 画像検査装置の構成図

【図 7】 光学画像の取得方法の説明図

【符号の説明】

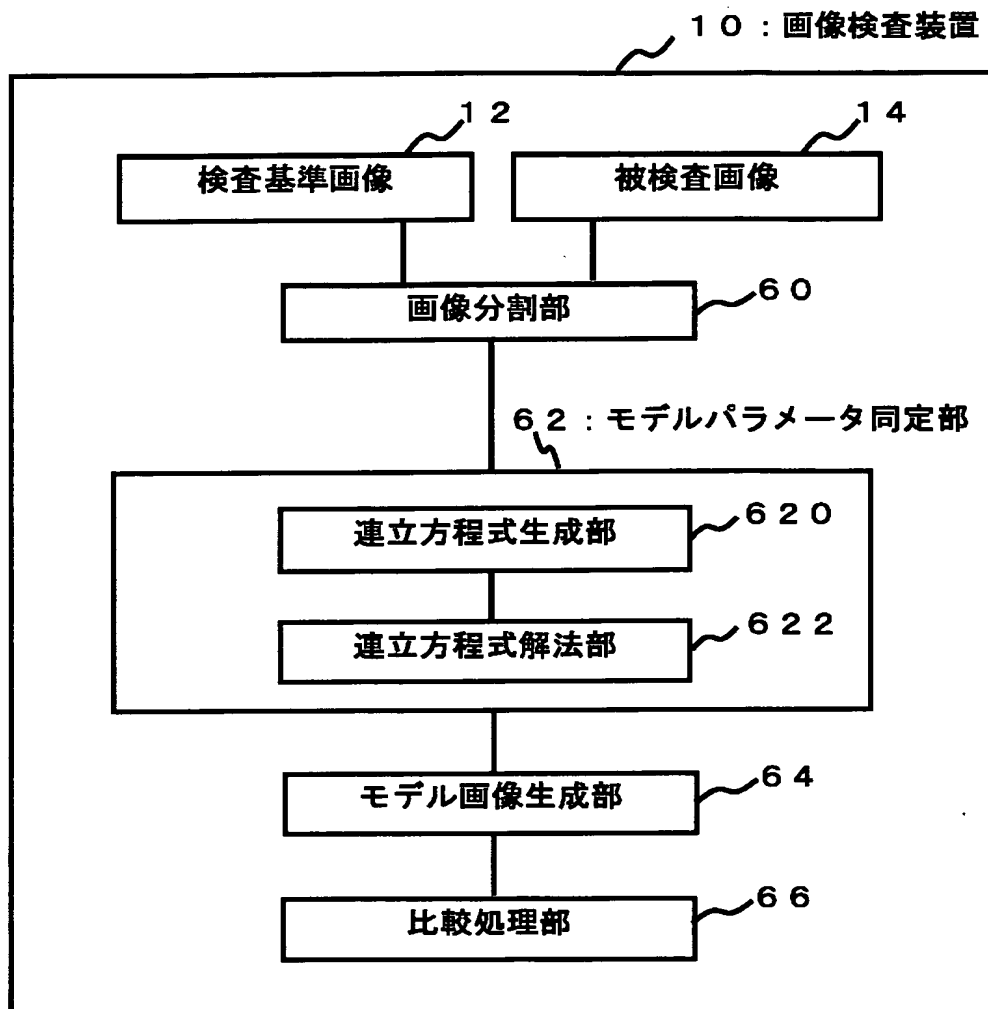
【0045】

- 10・・・画像検査装置
- 12・・・検査基準画像
- 14・・・被検査画像
- 20・・・光学画像取得部
- 22・・・オートローダ
- 24・・・光源
- 26・・・照射部
- 28・・・レーザ測長システム
- 30・・・被検査試料（レチクル）
- 300・・・ストライプ
- 302・・・サブストライプ
- 32・・・XY θ テーブル
- 34・・・XY θ モータ
- 36・・・拡大光学系
- 38・・・フォトダイオード

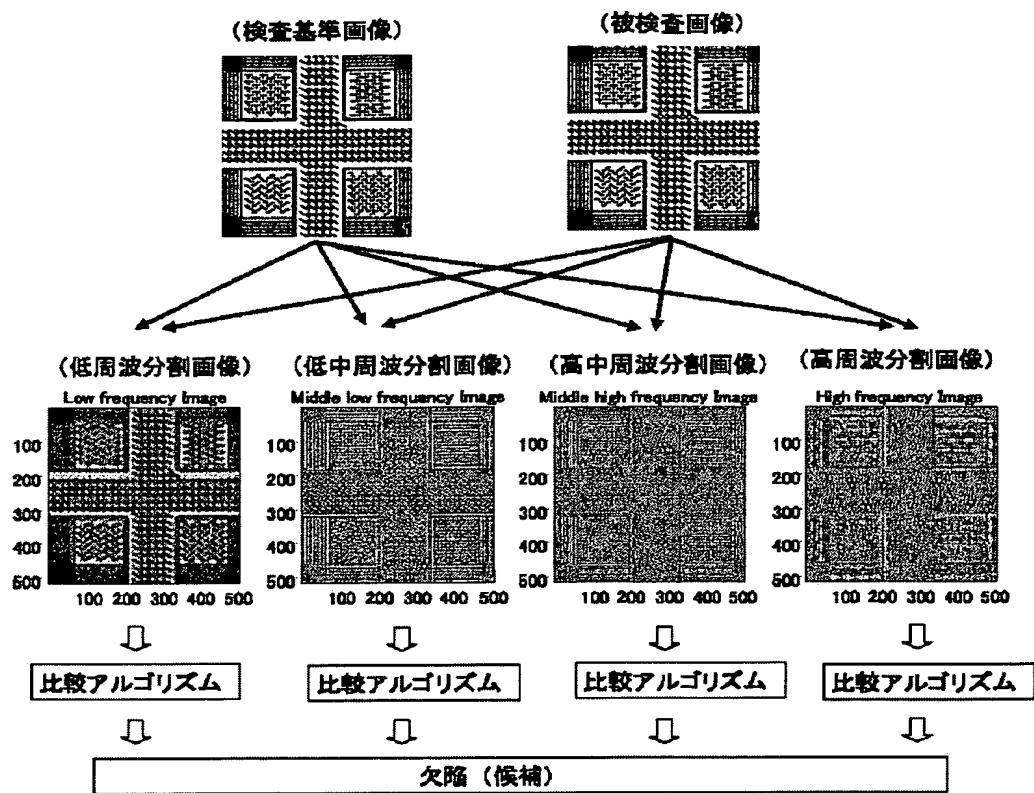
- 4 0 . . . センサ回路
- 5 0 . . . データ処理部
- 5 2 . . . 中央演算処理部 (C P U)
- 5 4 . . . オートローダ制御部
- 5 6 . . . テーブル制御部
- 5 8 . . . 参照画像作成部
- 6 0 . . . 画像分割部
- 6 2 . . . モデルパラメータ同定部
- 6 2 0 . . . 連立方程式生成部
- 6 2 2 . . . 連立方程式解法部
- 6 4 . . . モデル画像生成部
- 6 6 . . . 比較処理部
- 6 8 . . . バッファメモリ
- 7 0 . . . 位置測定部
- 7 2 . . . 外部記憶装置
- 7 4 . . . 主記憶装置
- 7 6 . . . プリンタ
- 7 8 . . . C R T
- 8 0 . . . バス

【書類名】 図面

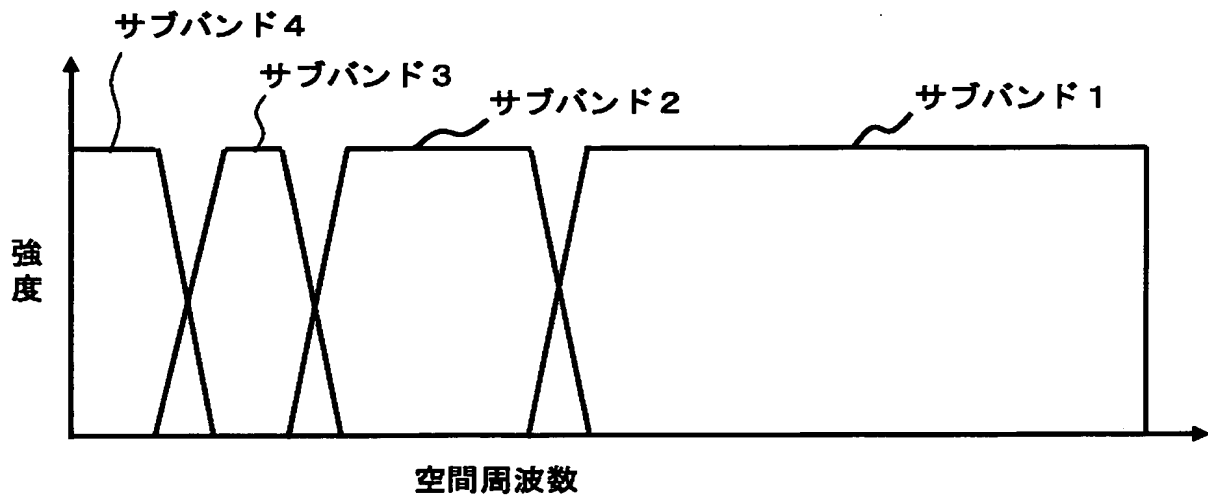
【図 1】



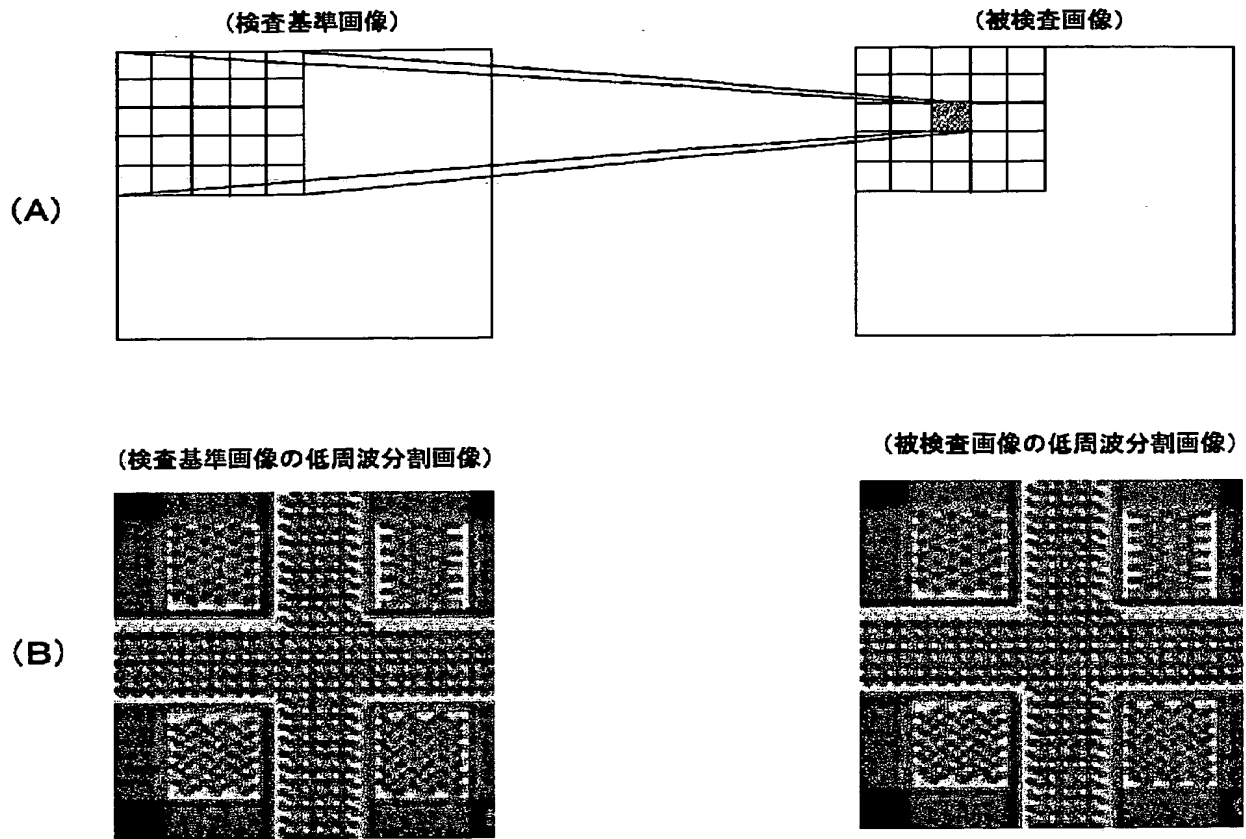
【図 2】



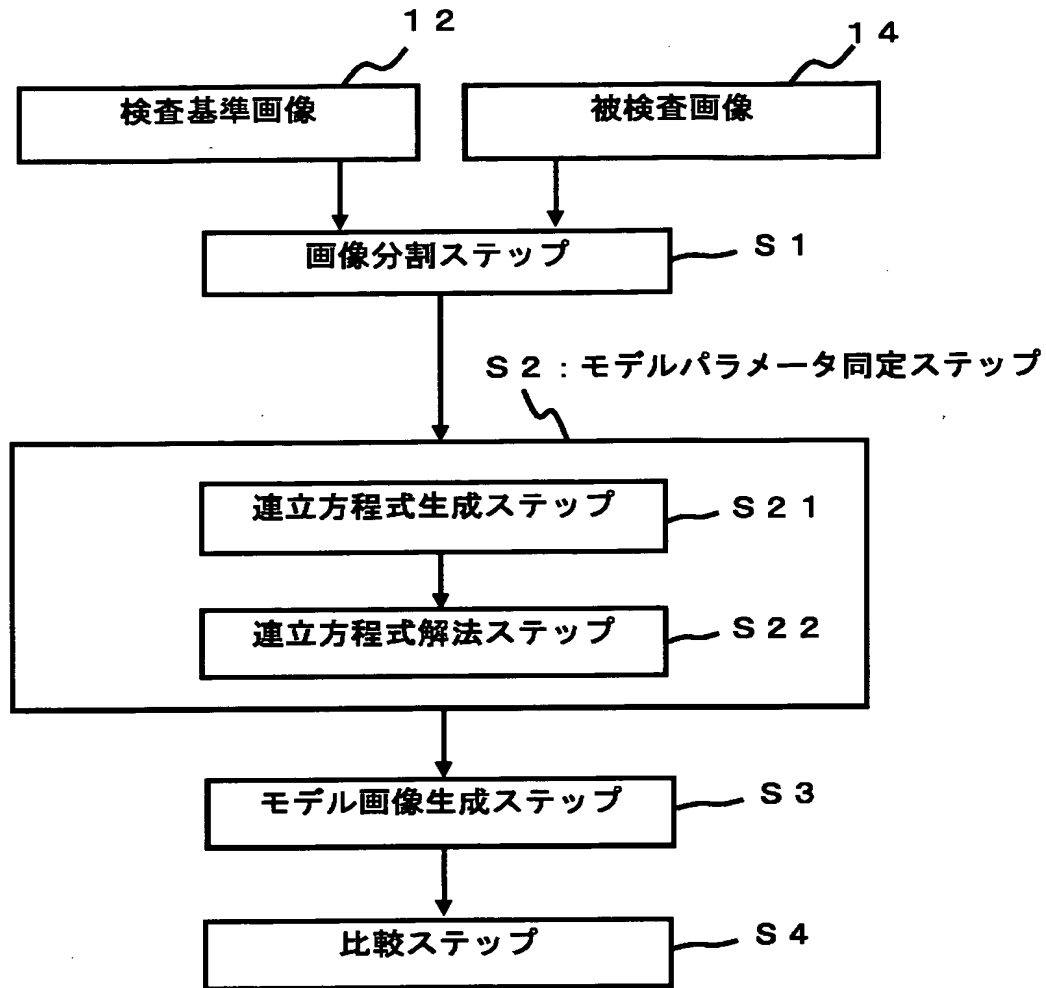
【図 3】



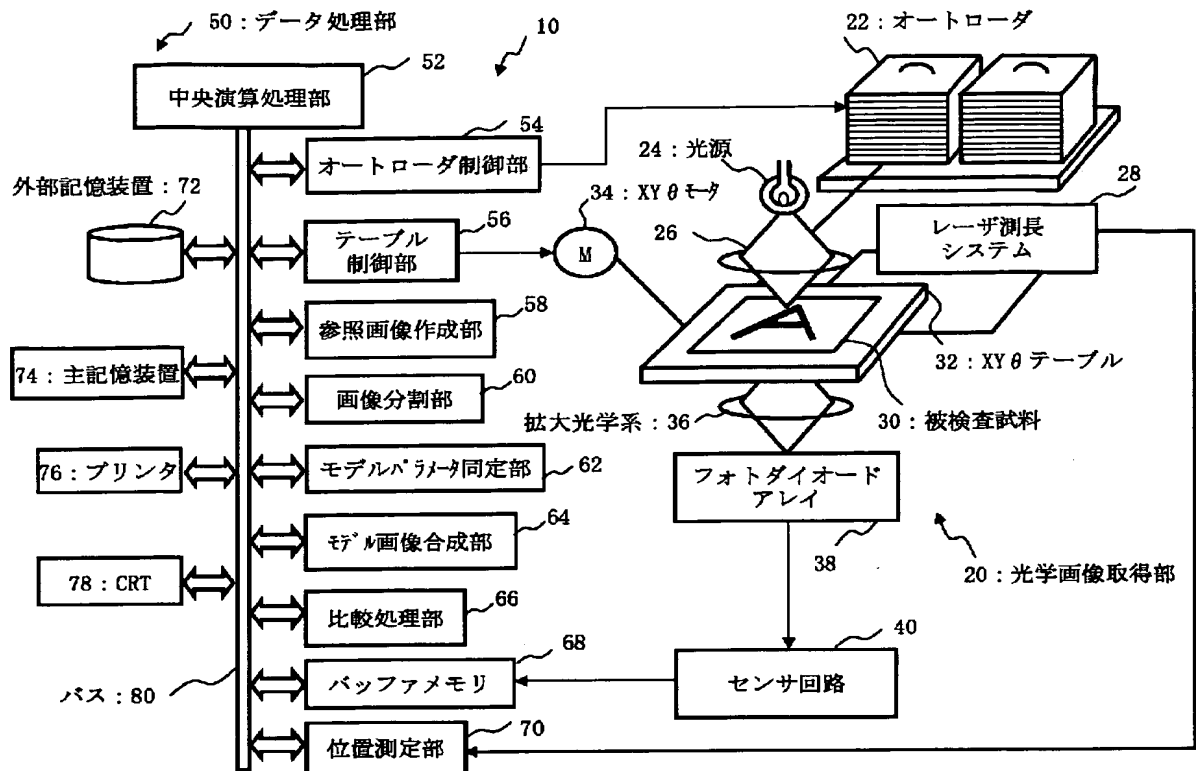
【図 4】



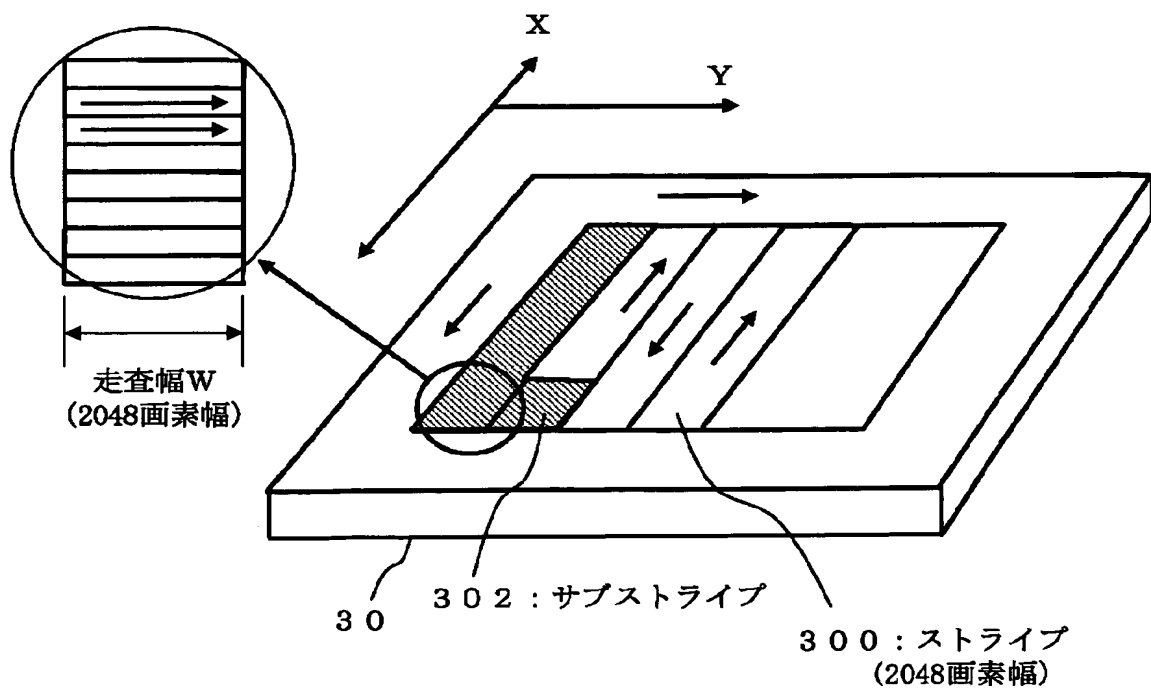
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 周波数領域で分割された画像を用いて、アライメントと画像補正を統合化した、画像劣化が少なく、設定パラメータも少ない、効果的な画像補正に基づく画像検査装置を提供する。

【解決手段】 検査基準画像と被検査画像を比較検査する画像検査装置において、検査基準画像と被検査画像に対して複数の周波数領域に分割した周波数分割画像を作成する画像分割部と、各周波数分割画像について、検査基準画像と被検査画像の2次元線形予測モデルを用いてモデルパラメータを同定するモデルパラメータ同定部と、同定されたモデルパラメータに基づいて、モデル画像を生成するモデル画像生成部と、各周波数分割画像について、モデル画像と被検査画像を比較検査する比較処理部と、を備える、画像検査装置。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 6 - 2 2 7 3 4 8
受付番号	5 0 6 0 1 6 2 5 5 1 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 8 年 8 月 2 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 18 年 8 月 24 日

特願 2 0 0 6 - 2 2 7 3 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 5 0 0 8 9 8 3]

1. 変更年月日

2 0 0 5 年 2 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地

氏 名

アドバンスド・マスク・インスペクション・テクノロジー株式
会社